Konsten att konstruera bestämningsnycklar

ULF GÄRDENFORS

Gärdenfors, Ulf.: Konsten att konstruera bestämningsnycklar. [The art of constructing identification keys.] – Ent. Tidskr. 112: 53–58. Umeå, Sweden 1991. ISSN 0013-886x.

The difficulties of constructing concise identification keys that are easy to use are discussed, and different kinds of keys are presented. A series of recommendations are given and exemplified: 1. Begin with an explanation of terminology and abbreviations. 2. Make the key as short as possible, i.e. the steps should segregate the taxa symmetrically. 3. Do not start the key with a separation of single species unless these species are common. 4. The key should be entirely dichotomous. 5. Illustrate the key steps amply. 6. Use concise language, but avoid too many abstruse abbreviations. 7. Number the key couples in such a way that each group keyed out at a step are kept together in the key and not split by parts of other such groups (cf. illustrated key). 8. Do not feel pushed to mirror the classification of the group in the key or even to use the characters that define the various taxa; it is better to construct a key that is easy to use. 9. If it is difficult to key out a taxon at one point let it fall out twice. 10. Avoid character couplets consisting merely of measures with overlapping intervalls. A combination of the measurements into a formula, e.g. (a + b)/c, may produce a nonoverlapping result. 11. Present readily two or three characters at each key step, but avoid long essays. 12. Start with the most diagnostic character at each key couplet. 13. Specify the diagnostic characters stage also in the second alternative of each couplet, do not just write "Otherwise" nor "All these characters are not present together". 14. Use comparable characters in the alternatives at each key couplet. 15. Never put exceptions to the characters given at a key couplet; add a new couplet to key out that exception. 16. Try to avoid "... or ..." and "... if ... so ...". 17. Use definite instead of relative characters; write "More than 3.4 mm" instead of "Long". Illustrate such characters that are difficult to describe in definite words. 18. Do not construct keys that presuppose that you have long series of individuals of different sex and age stages. 19. Do not make keys that exceed 50-75 couples.

U. Gärdenfors, Dept. Systematic Zoology, Lund University, S-223 62 Lund, Sweden.

Såväl amatörsamlare som professionella systematiker får förr eller senare anledning att konstruera någon bestämningsnyckel till en grupp som de arbetar med. Men även om principen är enkel så är det inte så lätt att vid första försöket konstruera en bestämningsnyckel som är koncis och lätt att använda. Det finns allt för gott om exempel på dåliga nycklar. Jag har funderat en del kring hur en idealnyckel bör vara konstruerad och sammanfattar här mina funderingar i form av en serie råd.

När jag som elvaåring började samla skalbaggar och knagglade mig igenom bestämningsnycklarna i Svensk Insektfauna så var jag djupt imponerad över de som konstruerat nycklarna. Även om jag tekniskt kunde använda dem så förstod jag då inte hur nycklarna egentligen var uppbyggda. Det var nästintill trolleri att någon kunde konstruera tabeller med vars hjälp man kunde identifiera en mängd arter. När jag så småningom fattade galoppen så insåg jag även vilken nytta man hade av det: efter att ha använt en välkonstruerad nyckel ett par gånger så kunde man hoppa in mitt i den och på så sätt snabbare komma fram till rätt art.

Vis av detta minne så börjar jag numera alltid med att förklara hur en bestämningsnyckel är uppbyggd innan jag skall lära folk på t.ex. universitetets faunistikkurser att använda sådana i praktiken. Ett bra sätt att få dem att förstå är att tillsammans med gruppen konstruera en nyckel över närvarande personer. Medan man gör detta passar man på att förklara och diskutera olika principer och saker som man bör tänka på. En kort sådan nyckel kan se ut på följande vis:

1. Man 2
– Kvinna 4
2. Med glasögon .... Julius
– Utan glasögon 3
3. Mörkt, axellångt hår .... Fredrik
– Blont, stubbat hår .... Andreas
4. Med glasögon 5
– Utan glasögon .... Maria

Tab. 1. Exempel på bestämningsnyckel som presenterar alla egenskaper hos alla taxa. I detta fall avses de sex personer som behandlas i exempel i texten.

	Person					
Egenskap	Julius	Fredrik	Andreas	Maria	Emmelie	Amanda
Kön	Man	Man	Man	Kvinna	Kvinna	Kvinna
Glasögon	Ja	Nej	Nej	Nej	Ja	Ja
Typ av bågar	Stålbågar	–	–	–	Stålbågar	Plastbågar
Hårfärg	Rödlätt	Mörk	Blond	Cendré	Blond	Svart
Hårlängd	Kort	Axellångt	Stubbat	Axellångt	Kort	Till svanken
Hål i öronen	Ja	Nej	Nej	Ja	Ja	Nej

5. Glasögon med stålbågar. Hål i öronen .... Emmelie
– Glasögon med plastbågar. Inga hål i öronen................................... Amanda

Tycker man det är besvärligt eller pinsamt att göra en nyckel över personer så kan man som övning lika väl skriva en nyckel över t ex en hög spikar och skruvar som man ger till gruppen.

Olika typer av nycklar

Bestämningsnycklar kan se ut på många sätt. Den vanligaste är den dikotoma typ som exemplifierats ovan och som konsekvent ställer två alternativa påståenden mot varandra. Efter att man valt det av de båda alternativen som stämmer in på den okända arten (eller ovan personen) får man en hänvisning (siffra) till ett nytt alternativpar ända tills man slutligen får ett namn på det man söker. Principen är alltså att vid varje val av alternativ ringar man in en viss mängd av nyckelns taxa (arter, grupper) tills man slutligen kommit till det sökta taxonet. Om man möter Emmelie i nyckeln ovan och vill veta vad hon heter så väljer man, ringar in, alla kvinnor (som nyckeln omfattar) i första alternativet. I andra alternativet (pkt 4) väljer man alla kvinnor med glasögon och i tredje (pkt 5) väljer man alla kvinnor med stålbågade glasögon och hål i öronen. Det är endast Emmelie som stämmer in på den beskrivningen.

De båda påståendena i alternativparet kan betecknas på olika sätt. I dag är ovanstående variant den vanligaste, dvs. man använder löpande nummer för alternativparen. Numret sätts framför första alternativet medan ett tankstreck inleder det andra. Ibland sätter man ett annat nummer inom parentes efter alternativparets nummer vilket upplyser om från vilket alternativpar man kom:

23 (18) Bakvingar med tydlig anallob........... 24
– Bakvingar utan anallob................. 28

Speciellt botanisterna har använt också andra beteckningar, t ex med olika symboler eller med ett slags indexerade siffror, och där alternativen i varje par ofta skiljs åt, t ex:

1 Stjälk slät
  1.1 Bladkanter nedvikta .... A. aus
  1.2 Bladkanter platta
    1.2.1 Kronflikar uddspetsade .... A. bus
    1.2.2 Kronflikar utan udd .... A. cus
2 Stjälk sträv av små borst
  2.1 ......

Det finns ytterligare en hel räcka varianter på hierarkiska bestämningsnycklar, som alltså plockar ut en bit eller nivå i taget. En principiellt annorlunda typ är en nyckel som bygger på att alla taxa och deras egenskaper presenteras i en tabell. En sådan tabell över de sex personerna i ovanstående exempel visas i Tab. 1.

I en sådan tabell blir man tvungen att läsa i stort sett alla rutor och se vilken kombination som stämmer på det man vill ha namn på. Så länge man rör sig med få taxa så innebär det inga större problem men har man många arter och många karaktärer så blir det snart en mycket ohanterlig tabell. Lägg märke till att den här typen av tabell också har med information, på gott och ont, som man inte får i ovanstående tvåalternativstabell. Man får t ex här veta att Julius har kort, rödlätt hår och hål i öronen, vilket man inte behövde bry sig om i den dikotoma nyckeln. Även om en tabell kan bli svåranvändbar när antalet enheter blir stort, så kan det däremot underlätta att börja med att göra en sådan när man skall konstruera en vanlig, dikotom nyckel. Med en tabell får man översikt över taxa och karaktärer och kan på så sätt lättare planera uppläggningen.

En tredje variant av bestämningsnyckel består av enbart bilder, uppställda antingen i form av motstående alternativ eller som en översiktstabell, där man med utgångspunkt från bilderna letar sig fram till rätt namn. Också här gäller det att antalet taxa och antalet detaljerade karaktärer inte är allt för stort för att en ren bildnyckel skall fungera. Ett exempel på en bildnyckel finns i Sandhall (1987): Trollsländor i Europa.

Att konstruera en bestämningsnyckel

När man konstruerar en nyckel finns det många saker man bör tänka på för att den skall vara begriplig och lätt att använda. Diskussionen och rekommendationerna avser i första hand vanliga dikotoma nycklar. För att slippa att hela tiden tala om 'taxa' låtsas jag nedan som att nycklarna bara handlar om arter men reglerna gäller givetvis lika mycket för nycklar till högre kategorier.

När man konstruerar en nyckel så anser jag att man bör tänka på nedan uppräknade principer. I praktiken visar det sig sen svårt att konsekvent följa dessa råd och att alltid undvika de olämpliga formuleringarna, i synnerhet som råden i vissa lägen kan komma i konflikt med varandra.

1. Börja med att ge en, helst illustrerad, översikt över de termer (och eventuella förkortningar) som används i nyckeln, eller hänvisa åtminstone till en lättillgänglig källa där dessa förklaras.

2. Konstruera nyckeln så att den blir så kort som möjligt! Ju fler steg desto jobbigare är nyckeln för användaren och desto fler möjligheter att gå fel. Man skall sålunda eftersträva att göra nyckeln symmetrisk, dvs att varje alternativ delar mängden återstående arter i ungefär två hälfter. Säg att en nyckel omfattar 12 arter. Om den är symmetrisk så att första steget delar upp nyckeln i 6 + 6 arter, andra steget i 3 + 3, tredje i 1 + 2 och fjärde 1+1 arter så får man i genomsnitt passera 3,7 steg (dvs göra 3,7 val) för att bestämma en art. Om nyckeln i stället skiljer ut en art i taget så är man tvungen att i genomsnitt passera hela 6,4 steg. Ju längre nyckeln är desto större blir skillnaderna.

I en del fall kan det dock vara svårt att göra en strikt symmetrisk nycket. Det gäller speciellt för grupper där det ofta förekommer konvergenser och reduktioner av karaktärer inom släkten och familjer (parasitsteklar är välkända för detta). I en symmetrisk nyckel blir då de första stegen ofta svåra och mångordiga och består av påståenden med villkors- och alternativsatser, eller ännu värre med undantag från nyckelalternativets karaktärer (jfr punkterna 15 och 16 nedan). Strävan att göra en nyckel så kort som möjligt får därför inte drivas så långt att det görs på bekostnad av nyckelns användarvänlighet. Dvs det är trots allt bättre med en längre nyckel som innehåller lätta och klara alternativ än en kort som bygger på svåra och oklara alternativ.

3. För enkelhetens skull kan det vara frestande att börja med att skilja ut några mycket karakteristiska arter, en i taget, i början av nyckeln. Men detta är endast motiverat om dessa karakteristiska arter samtidigt tillhör gruppens allra vanligaste arter. Börjar man med att skilja ut sällsynta arter så måste användaren mycket ofta passera och, helt i onödan, ta ställning till dessa nyckelsteg. Omvänt, är det klokt att försöka nyckla ut de allmännaste arterna så tidigt som möjligt.

4. Nyckeln skall endast innehålla dikotoma steg, dvs vid varje punkt får endast finnas två alternativ att välja mellan. Under kurser har jag många gånger sett att om det plötsligt finns ett nyckelsteg med tre alternativ så läser användaren bara de två första eftersom han inte förväntar sig ett tredje. Det kan vara frestande att skriva:

22.	Huvud grönt	H. aus
–	Huvud rött	H. bus
–	Huvud blått	H. cus

Men trots att nyckeln blir en rad längre bör man skriva:

22.	Huvud grönt	H. aus
–	Huvud rött eller blått	23
23.	Huvud rött	H. bus
–	Huvud blått	H. cus

5. Illustrera nycklarna rikligt. En bild kan ersätta många ord. Skriv dock gärna ut konkreta karaktärer som bilderna illustrerar så att man vet vad man skall titta efter; t ex "Halssköldens sidor konkava framför bakhörnen (Fig. 3)" och inte bara "Halssköldens form enligt Fig. 3". Man kan ge hänvisningar i nyckeln till figurer som finns någon annanstans i artikeln. Allra bäst är dock om figurerna kan läggas in i t ex marginalen i direkt anslutning till nyckelsteget i fråga. Det blir då mycket enklare för användaren och misstag kan undvikas. Den extrema formen av illustrationsgrad är en ren bildnyckel. Själv föredrar jag dock att där finns åtminstone några ord eller allra minst några pilar som talar om vad det är man skall titta efter.

6. Man bör hålla formuleringarna och texten så korta som möjligt för att nyckeln skall bli kort och karaktärerna överskådliga. Det är inte nödvändigt med fullständig meningsbyggnad. Man skriver med fördel "Ben håriga" framför "Benen är håriga". Av samma skäl kan man förkorta vissa ofta använda termer, men det bör dock ske med viss återhållsamhet och på ett sådant sätt att användaren inte får svårt att förstå vad som avses. Alla termförkortningar (liksom termer i övrigt) som inte är mycket uppenbara (eller framgår av nyckelstegets illustrationer) skall förklaras i ett särskilt avsnitt före nyckeln.

7. Varje val vid en nyckelpunkt leder till en mindre grupp av arter (om man inte direkt kommer fram till en art) som i sin tur delas upp vid nya nyckelsteg. Varje sådan grupp skall hållas samman på ett ställe i nyckeln och inte numreras på sådant sätt att den splittras upp av andra sådana grupper. Man bör alltså numrera nyckelstegen så här:

1. aaaaaa (undersläkte A) 2
– bbbbb (undersläkte B) 4
2. cccccc .... H. (A.) aus
– ddddd 3
3. eeeeee .... H. (A.) bus
– ffffff .... H. (A.) cus
4. ggggg .... H. (B.) dus
– hhhhh 5

Och inte så här:

1. aaaaa (undersläkte A) 2
– bbbbb (undersläkte B) 3
2. cccccc .... H. (A.) aus
– ddddd 4
3. ggggg .... H. (B.) dus
– hhhhh 5
4. eeeeee .... H. (A.) bus
– ffffff .... H. (A.) cus

I första nyckeln är undersläkte A samlat under punkterna 2 och 3 och B i punkterna 4 och framåt, i den andra splittras undersläkte A upp av en del av undersläkte B. Den senare varianten ger ingen överblick av nyckeln och omöjliggör för användaren att så småningom kunna hoppa in och börja en bestämning mitt i nyckeln.

8. Det är ett plus om nyckeln speglar arternas naturliga släktskap, t ex genom att den börjar med att skilja ut undersläkten, men det är definitivt inget man skall eftersträva för sakens egen skull. Taxonomiska enheter (släkten, familjer etc) kan vara uppställda på basis av svårobserverade karaktärer, t ex genitaliers inre byggnad eller larvutseende och dessutom kan sådana karaktärer saknas hos vissa arter p g a sentida reduktioner. Det finns inga skäl att nödvändigtvis pressa in sådana definierande karaktärer i en bestämningsnyckel. Det har skrivits allt för många svåra nycklar bara för att författaren vill följa just den taxonomiska klassificering han använder och dessutom baserar nyckeln på de karaktärer som definierar grupperna. Alltså, gör nyckeln så enkel som möjligt, även om taxa faller ut i en onaturlig ordning och spar presentationen av systematiken till de separata artbeskrivningarna.

9. Om det är svårt att nyckla ut en art eller en grupp i ett nyckelsteg, t ex på grund av stor morfologisk diversitet så låt den falla ut på två eller flera ställen, trots att nyckeln blir längre. Alternativet med ett nyckelsteg som innehåller många och variabla karaktärer, villkorssatser och undantag är betydligt sämre. Om det är frågan om flera arter som man tvingas låta gå med under båda alternativen så kan man spara rader genom att senare "skicka tillbaka" dessa till det nummer där gruppen i första hand hamnade, i stället för att nyckla ut samma arter på två olika ställen i samma nyckel.

10. Om man använder måttuppgifter i form av intervall och intervallen delvis överlappar varandra så måste man ta med ytterligare karaktärer så att alla exemplar går att identifiera. Om alla tillgängliga karaktärer är måttuppgifter och varje karaktärsintervall delvis överlappar mellan de båda alternativen kan man ibland lösa detta genom att slå samman dem till en formel där resultatet inte överlappar. Ett alternativ är $(a + b)/c$, där a kan vara tredje antennsegmentets längd, b framvingens längd och c djurets kroppslängd. Hjälper heller inte detta så måste man låta de arter som är tveksamma fortsätta under båda alternativen.

11. Det är bra om alternativen vardera innehåller ett par olika karaktärer. På så sätt kan man känna sig säkrare i sitt val. Dessa olika karaktärer bör helst väljas från olika delar av kroppen. Om alla tre handlar om t ex antenner så kommer man inte vidare om man fått tag i ett djur som råkar sakna båda antennerna. Utom i extrema undantagsfall skall man dock inte ha med fler än tre karaktärer. Det får inte bli tal om uppsatser som användaren måste traggla sig igenom varje gång han skall använda nyckeln. Arten skall inte ges en fullständig beskrivning i nycklarna, sådana ger man separat och där får man den slutliga bekräftelsen på

om man identifierat djuret rätt. Alternativt kan man ge en separat beskrivning inne i nyckeln efter hand som arterna faller ut, men den skall då vara småstilt och markerad med t ex indrag så att det klart framgår att texten inte har med alternativen i bestämningsnyckeln att göra.

12. Sätt alltid den enklaste, mest lättobserverade och mest diagnostiska karaktären först, i stället för att följa någon princip om att t ex börja med vingarna och sen fortsätta med antennerna. Helst skall det räcka att titta på den första karaktären, medan den andra och eventuella tredje huvudsakligen skall vara till för den som känner sig osäker och behöver bekräftelse på valet.

13. Använd konkreta karaktärer även i det andra alternativet. Skriv:

15. Baklår gulröda .... H. aus
– Baklår svarta .... H. bus

Skriv däremot inte som alternativ:

– Annorlunda .... H. bus

För vad skulle man då ha valt om man tyckte att baklåren var gulbruna och inte visste vilken eller vilka färger alternativet kunde ha? Ännu värre blir det om nyckelsteget innehåller flera karaktärer och man skriver:

15. Mandibler tvåtandade. Analribba finns. Baklår rödgula. Antenner minst 10-segmenterade ... 16
– Dessa karaktärer förekommer ej tillsammans 20

Här tvingas man varje gång undersöka sitt djur med avseende på alla dessa karaktärer. Om det inte går att uttrycka ett alternativ i konkreta karaktärer så skall man lägga till ytterligare steg och dela upp karaktärerna:

15. Mandibler tvåtandade. Baklår rödgula....... 16
– Mandibler tretandade. Baklår rödgula eller svarta 22
16. Analribba finns. Antenner minst 10-segmenterade 17
– Analribba saknas. Antenner 9-segmenterade 21

14. Använd konsekvent jämförbara karaktärer i de båda alternativen. Förvånansvärt ofta ser man nyckelsteg som ser ut så här:

31. Vingar gula 32
– Vingar prickiga 34

Dessa karaktärer är inte jämförbara. Med ovanstående nyckelalternativ så kan man inte gå vidare om man har ett djur som har gula och prickiga vingar eller t ex enfärgat röda vingar. Är det så att det inom gruppen bara finns djur med enfärgat gula vingar respektive säg röda eller gröna med prickar, så skriv ut det entydigt i nyckeln! Tyvärr ser man även följande variant:

22. Huvud svart. Antenner minst 10-segmenterade 23
– Huvud vanligen grönt. Mellanskenbenets ändsporre trekluven 24

Med ett så formulerat karaktärsalternativ går det inte att bestämma de djur som har svart huvud (utom de, förmodligen fåtaliga, som har svart huvud och färre än 10 antennsegment, vilka skall vidare till punkt 24).

15. Sätt aldrig in undantag i nycklarna:

17. Med ogrenad analribba. Bakvingar med ett svanslikt utskott. (Undantag *A. aus* som har bortreducerat svansutskott och där analribban grenar nära vingkanten).............. 18
– Analribba grenad. Bakvingar utan svansutskott 21

Andra varianter på undantag är asterisker eller siffror som hänvisar till en småstilt fotnot. Ibland beskrivs inte ens utseendet på den undantagna arten. Sådana nycklar förutsätter nästintill att användaren redan vet identiteten på det han skall bestämma. Dessa klumpiga formuleringar går att undvika genom att sätta in ett extra nyckelsteg.

16. Undvik alternativsatser (...eller...):

25. Antenner minst 20-segmenterade. Ben svarta 26
– Antenner högst 19-segmenterade eller är benen röda 28

I stället för "eller" ser man ofta "I annat fall är...". För en oerfaren nyckelanvändare är sådana alternativsatser knepiga att förstå. Möjligen kan det vara något bättre att formulera påståendena som villkorssatser:

25. Antenner minst 20-segmenterade. Ben svarta 26
– Om antennerna har mer än 19 segment så är benen röda 28

Men också villkorssatser kan sätta myror i huvudet på nybörjare, så går de att undvika utan att det kostar flera extra nyckelsteg så bör man göra det.

17. Använd absoluta karaktärer och undvik relativa. Skriv hellre "Minst 3,4 mm lång" eller "Antenner når om de viks bakåt till halssköldens bakkant" i stället för "Stor art" eller "Antenner

långa". Relativa karaktärer förutsätter att man är väl förtrogen med gruppen och vet vad "stor", "lång" och "kraftig" betyder just hos dessa djur. Karaktärer typ "Huvud uppsvällt" respektive "Huvud normalt", som är svåra att översätta i absoluta karaktärer, bör illustreras.

18. Konstruera inte nycklar som förutsätter att man har en serie individer av olika kön och ålder framför sig. En nyckel får inte i ett steg bygga på enbart hanar, lite senare i ett annat på enbart honor eller enbart larver. Man får heller inte mitt i en nyckel skriva "Om våren med gröna vingar" för då står man där med sitt enda exemplar som man fångat på hösten. Hos vissa grupper är det endast möjligt att identifiera endera könet, men det måste då tydligt framgå att nyckeln endast gäller för just det könet.

19. Slutligen, undvik långa nycklar! En nyckel bör inte innehålla över 50-75 alternativ (nummer) för då tappar man snabbt överskådligheten. När användaren har kommit till slutet av nyckeln och upptäcker att han kommit fel så är det inte längre lätt att minnas vid vilka steg han var osäker i sitt val. Har man ett stort släkte (eller motsvarande) med många arter som skall nycklas ut så dela i stället upp nyckeln på mindre enheter, t ex i undersläkten, artgrupper eller lika gärna helt artificiella indelningar baserade på den tilltänkta jättenyckelns inledande steg.

Maria och Thure Palms stipendiefonder

Entomologiska föreningen i Stockholm

Flera stipendier på tillsammans ca 10 000 kr kan sökas av framför allt yngre entomologer men även av doktorander eller motsvarande.

Stipendierna är avsedda för ett självständigt arbete rörande *insekter*. Noggrann plan erfordras rörande den entomologiska undersökningen vartill medel söks. Kostnadskalkyl skall bifogas, liksom också yttrande över eleven från handledare, läraren i naturkunskap eller motsvarande. Om medel söks från annat håll skall även detta anges.

Ansökan skall vara inlämnad till Entomologiska föreningen, Naturhistoriska riksmuseet, Box 50007, 104 05 STOCKHOLM senast den 1 maj 1991.

Eventuella frågor kan besvaras av sekreteraren Hans Bartsch på telefon 0758-358 35.

Entomologiska föreningen i Uppland

Den uppländska stipendiefonden instiftades 1984 och förvaltas av Entomologiska föreningen i Uppland.

Avkastningen, i förväg beräknad till ca 10 000 kr, utdelas till insekt- och spindelintresserade ungdomar som bidrag till kostnader för målinriktade entomologiska studier och undersökningar. Behöriga att söka är ungdomar som inte anträtt forskarutbildning i entomologi. Stipendierna kan utnyttjas för resor och utgifter för fältarbete, litteratur, materiel och utrustning, som behövs för undersökningarnas och studiernas planmässiga genomförande.

Ansökan skall innehålla detaljerad plan och kostnadskalkyl. Ansökan om bidrag för 1991 inlämnas till föreningen senast den 1 maj under adress:
Entomologiska föreningen i Uppland, Entomologiska avdelningen, Box 561, 751 22 Uppsala.